

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-260695

(43)Date of publication of application : 03.10.1997

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 08-082818

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 19.03.1998

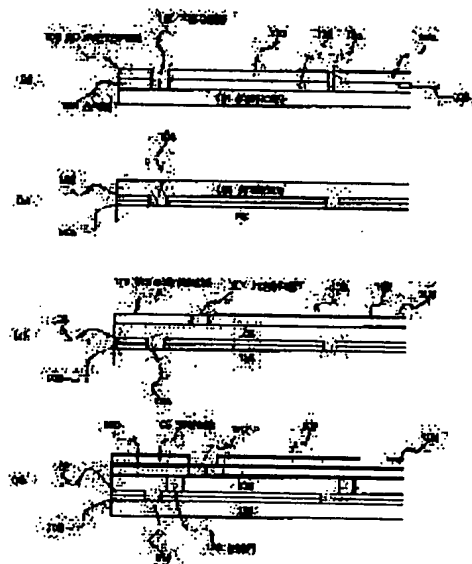
(72)Inventor : MIZUTANI MASAKI  
NAKAGAWA KATSUMI

### (54) MANUFACTURE OF PHOTOVOLTAIC DEVICE ARRAY

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To manufacture a photovoltaic device array which is enhanced in conversion efficiency and durability by a method, wherein the photovoltaic device array where devices are connected in series by irradiation with a laser beam is restrained from increasing in series resistance.

**SOLUTION:** First, a metal layer 102 is formed. Then, a first transparent conductive layer 103 which contains at least fluorine is formed. Thereafter, the metal layer 102 and the transparent conductive layer 103 are separated into N regions A1 to An which are electrically isolated from each other. Then, a photoelectric conversion layer 105 is formed. A second transparent conductive layer 106 is formed and then separated into regions B1 and Bn corresponding to the regions A1 to An, wherein the regions B1 and Bn are electrically isolated from each other. Then, the region Ai of the first transparent conductive layer 103 is electrically connected with the region Bi+1 ( $1 \leq i \leq n-1$ ) of the second transparent conductive layer 106, by irradiation with a laser beam.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st process which forms a metal layer, and the process 2 which forms the 1st transperence conductive layer which contains a fluorine at least, n fields which separated electrically said metal layer and said transperence conductive layer, and A1 from - An With the 3rd process to form the 4th process which forms a photo-electric-conversion layer, and the 2nd transperence conductive layer -- forming -- said 2nd transperence conductive layer -- said A1 from -- An Field B1 which it corresponded and was separated electrically from -- Bn With the 5th process to form Field Ai of said 1st transperence conductive layer The manufacture approach of the photovoltaic-cell array characterized by including the 6th process which connects electrically field Bi+1 ( $1 \leq i \leq n - 1$ ) of said 2nd transperence conductive layer by laser radiation.

[Claim 2] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by using laser radiation in said 1st process and/or 5th process.

[Claim 3] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by performing said process 1 on an insulating substrate.

[Claim 4] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 3 characterized by said insulating substrate mainly consisting of resin.

[Claim 5] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by forming an insulating layer on a conductive substrate and performing said process 1.

[Claim 6] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by the thing for which said metal layer is chosen from gold, silver, copper, aluminum, or magnesium, and which have a kind at least.

[Claim 7] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by said 1st transperence conductive layer containing a zinc oxide.

[Claim 8] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by said photo-electric-conversion layer containing a fluorine.

[Claim 9] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array according to claim 1 characterized by said 2nd transperence conductive layer containing a fluorine.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of a photovoltaic-cell array.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in order to raise the output voltage of a solar battery, the integration solar battery which makes the array of the component by which series connection was carried out on the same substrate is known. The technique, i.e., the technique of a laser scribe, of dividing a transparense conductive layer and a photo-electric-conversion layer, using laser as the approach is indicated by U.S. Pat. No. 4292092. Moreover, connecting an up electrode and a lower electrode using laser is indicated by U.S. Pat. No. 4697041.

[0003] Moreover, preparing a transparense conductive layer between a metal layer and a semi-conductor layer is indicated by for example, the U.S. Pat. No. 4532372 number.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the photovoltaic-cell array which carried out series connection, in order not to reduce light-receiving area, it is desired for the width of face of the electrical connection by laser connection of an up electrode and a lower electrode to be small as much as possible. However, this request had the trouble of the specific resistance of this electrical connection having increased and causing increase of the series resistance of a photovoltaic-cell array which carried out series connection.

[0005] In the case of the structure which carried out the laminating of the insulating layer of SiC, the metal layer of aluminum, and the transparense conductive layer of a zinc oxide on the metal substrate, to laser light, since permeability is large, remarkable beam reinforcement is needed for formation of the slot which divides a lower electrode, i.e., aluminum, and a zinc oxide, an insulating layer receives damage, and a short circuit with a metal substrate tended to generate a zinc oxide. Moreover, also in the case of the structure which carried out the laminating of a metal layer and the transparense conductive layer on insulating resin film substrates, such as polyimide, there was a trouble of damaging a resin film substrate with the energy of a laser beam.

[0006] Moreover, when a zinc oxide is used as a transparense conductive layer, using aluminum as a metal layer, as a result of the heat by laser radiation conducting a zinc-oxide layer, and the oxygen in a zinc oxide being incorporated by aluminum and leaving zinc, there was a trouble that the light transmission nature of a transparense conductive layer got worse. Moreover, when forming the slot which divides electrically the transparense conductive layer by the side of an up electrode, i.e., optical incidence, by laser light, there was a trouble that the photo-electric-conversion layer currently formed in the bottom of the 2nd transparense conductive layer received damage by heat.

[0007] Furthermore, when connecting an up electrode and a lower electrode using laser, the transparense conductive layer of a semi-conductor layer, the upper part, and/or the lower part might produce exfoliation with the energy of laser.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention persons have attained by the following manufacture approaches, as a result of considering the manufacture approach of a photovoltaic-cell array wholeheartedly, in order to solve the above-mentioned trouble.

[0009] The 1st process in which this invention forms a metal layer, and the process 2 which forms the 1st transparense conductive layer which contains a fluorine at least, n fields which separated electrically said metal layer and said transparense conductive layer, and A1 from -- An With the 3rd process to form the 4th process which forms a photo-electric-conversion layer, and the 2nd transparense conductive layer -- forming -- said 2nd transparense conductive layer -- said A1 from -- An Field B1 which it corresponded and was separated electrically from -- Bn With the 5th process to form Field Ai of said 1st transparense conductive layer It is the manufacture approach of the photovoltaic-cell array characterized by including the 6th process which connects electrically field Bi+1 (1 <= i <= n - 1) of said 2nd transparense conductive layer by laser radiation.

[0010] Furthermore, this invention is the manufacture approach of the photovoltaic-cell array which has the following descriptions.

[0011] Laser radiation is used in said 1st process and/or 5th process.

[0012] Said process 1 is performed on an insulating substrate.

[0013] Polyimide is used as an insulating substrate.

[0014] An insulating layer is formed on a conductive substrate and said process 1 is performed.

[0015] As said metal layer being chosen from gold, silver, copper, aluminum, or magnesium, it has a kind as it is few.

[0016] Said 1st transparense conductive layer contains a zinc oxide.

[0017] Said photo-electric-conversion layer contains a fluorine.

[0018] Said 2nd transparense conductive layer contains a fluorine.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The manufacture approach of the photovoltaic-cell array by this invention is explained according to drawing 1.

[0020] The metal layer 102 and the 1st transparense conductive layer 103 deposit drawing 1 (a) on the front face of a substrate 101, and it expresses the condition that the slot 104 was formed further. The lower electrode 102, i.e., a metal layer, and the transparense conductive layer 103 are electrically divided by these slots.

[0021] (Substrate) As a substrate 101, the thing in which the insulating layer was formed on the insulating substrate or the conductive substrate is used. As an insulating substrate, resin films, such as polyimide and PET (polyethylene terephthalate), are used suitably. Moreover, as a conductive substrate, stainless steel, aluminum, copper, a zinc steel plate, etc. are used suitably. These metal plates may be cut and used for a fixed configuration, and may be used with the gestalt of the shape of a long sheet. In this case, since it can wind around a coiled form, it is suitable for the mass production and storage and transportation also become easy. Although a mirror

plane is sufficient as the front face of a substrate, there may be suitable irregularity.

[0022] It is necessary to have the specific resistance more than 1012-ohmcm preferably more than at least 1010-ohmcm also under the conditions by which light is irradiated as an insulating layer formed on a conductive substrate. Moreover, it is necessary to bear the temperature (usually 200 degrees C or more) added by deposition of an electrode or a semi-conductor, and the temperature (it to be expected for that it becomes about 1000 degrees C momentarily) further added in laser beam machining. As an ingredient which fulfills these conditions, there are the diamond film, a silicone film, a carbonization silicone film (the presentation ratio 0 of C and 2 or less), aluminum-oxide film, a silicon nitride film, a calcium fluoride, silicon oxide, etc. These film can be deposited in the shape of a conductive substrate by approaches, such as sputtering, plasma CVD, and ion plating.

[0023] (Transparence conductive layer) As 1st transparence conductive layer 103, metallic oxides, such as a zinc oxide, tin oxide, cadmium oxide, and cadmium SUTANEITO, are used suitably. Furthermore, the fluorine which is the description of this invention is added. The effectiveness of the fluoridation is as follows.

[0024] That is, when the 1st transparence conductive layer and the 2nd transparence conductive layer are electrically connected by laser light, by work of a fluorine, the specific resistance of this connection can be lowered and increase of series resistance of a photovoltaic-cell array can be prevented effectively.

[0025] When laser light is used on the occasion of division of the lower electrode 102, i.e., a metal layer, and the 1st transparence conductive layer 103, the transparence conductive layer by which the fluorine was added prevents damage on a substrate, while division becomes easy, in order to absorb effectively the laser light of a near infrared region, for example, the fundamental wave of an YAG laser. When especially a conductive substrate is used, it can prevent even an insulating layer's being destroyed by the exposure of laser light and a short circuit arising. Moreover, also when insulating substrates, such as a resin film, are used, it can prevent resin carrying out conversion with heat. Furthermore, although the 1st transparence conductive layer 103 and photo-electric-conversion layer 105 might exfoliate on the occasion of the laser radiation for the electrical installation of an up electrode and a lower electrode, the fluoridation can protect this phenomenon.

[0026] Furthermore, connection of both layers becomes good and the transparence conductive layer by which the fluorine was added can improve ohmic nature, when the photo-electric-conversion layer 105 which touches the 1st transparence conductive layer 103 is a n-type semiconductor, in order to show n mold.

[0027] Furthermore, since the internal stress generated in the interface of the 1st transparence conductive layer 103 and the photo-electric-conversion layer 105 is reduced, the photodegradation of a photovoltaic cell and oscillating degradation can be controlled.

[0028] Furthermore, it can control that the oxygen of the transparence conductive layer 105 combines with the component of the metal layer 104, and the light transmittance of the transparence conductive layer 105 falls. When aluminum is used as a metal layer, since it is easy to combine aluminum with oxygen, this effectiveness is remarkable. Moreover, it can prevent spreading the component of the metal layer 102 in the photo-electric-conversion layer 105, and degradation of a component can be controlled. This effectiveness is remarkable when a lifting and cone silver are used for migration especially as a metal layer 102.

[0029] The content of a desirable fluorine is 0-05 to 30 atoms %, and is pentatomic % from 0-2 more preferably. Moreover, the front face of the 1st transparence conductive layer 103 may have irregularity.

[0030] The spray method which used Zn content gas and fluorine content gas, the approach of carrying out sputtering using the target (ZnO:F) of ZnO containing a fluorine, the approach of carrying out sputtering of the Zn target in a fluorine ambient atmosphere, the plasma-CVD method using Zn content gas and fluorine content gas, etc. are used for formation of the 1st transparence conductive layer 103.

[0031] (Division means of a lower electrode) Especially as means forming of the lower part groove 104 of a lower electrode, the approach (laser scribe) by laser light is used suitably.

[0032] In a laser scribe, they are an YAG laser and CO<sub>2</sub>. Although laser, an excimer laser, etc. can be used, especially an YAG laser is used suitably. The 0.53-micrometer light of the 2nd higher harmonic which uses a nonlinear optical element together to others with a fundamental wavelength of 1.06 micrometers, and is acquired can also be used. Although an YAG laser can also perform continuously-transmitting actuation, in order to obtain high peak power, it is used in Q switch pulse dispatch actuation in many cases. The frequency of Q switch pulse dispatch is usually several kHz to about dozens of kHz, and the duration of one pulse is before or after 100ns.

[0033] The outline of the optical system for laser processing is shown in drawing 2. 201 is a body of laser. In this, the Q switch and the nonlinear optical element are incorporated if needed. 202 is a power source and turns on the excitation light source of laser. 203 is a cooling system and circulates through cooling water. 204 is the outputted laser beam, and it is bent 90 degrees with a dichroic mirror 205, is condensed with a lens 206, and it is irradiated by the sample 207. A sample 207 is attached on a stage 208, it moves horizontally on a stage 208 at the rate decided by the controller 609, and a beam scans a sample front face. In the case of a large-sized sample, the beam may be moved using a polygon mirror. The light from the source 210 of the illumination light is collimated with a lens 211, it is bent 90 degrees by the dike lock mirror 212, and a sample 207 is illuminated. The situation of processing is photoed with the IVT camera 214, and observation of it is possible on that spot by the monitor 215.

[0034] (Photo-electric-conversion layer) Drawing 1 (b) expresses the condition of having formed the photo-electric-conversion layer 105. It consists of the structure including pn junction, pin junction, the Schottky barrier, etc. as a photo-electric-conversion layer 105. Especially the non-single crystal semiconductor of pin junction is used suitably. Si, SiGe, SiC, etc. are used as a semi-conductor, and B, P, etc. are used as a valence-electron control agent. A plasma-CVD method, the bias spatter method, etc. are used for the formation. The thickness of the photo-electric-conversion layer 105 is about 1000 to 5000Å. Moreover, by containing a fluorine, the photo-electric-conversion layer 105 contributes to mitigation of series resistance in the case of the series connection by laser radiation. That is, it makes it easy melting and to crystallize and form low resistance for the 1st transparence conductive layer, a photo-electric-conversion layer, and the 2nd transparence conductive layer by laser light. Moreover, adjustment with the 1st transparence conductive layer and/or the 2nd transparence conductive layer which similarly contain a fluorine is improved. A fluorine works effectively as a terminator of the dangling bond in an amorphous semiconductor to coincidence. Moreover, it is good also as structure which carried out the laminating of two or more photo-electric-conversion layers.

[0035] (2nd transparence conductive layer) Drawing 1 (c) forms the 2nd transparence conductive layer 106 on the photo-electric-conversion layer 105, and expresses the condition that the up part groove 107 divided the 2nd transparence conductive layer 106 electrically further. As 2nd transparence conductive layer 106, indium tin oxide, a zinc oxide, etc. are used suitably. A fluorine may be added by the same reason as the 1st transparence conductive layer and a photo-electric-conversion layer. Approaches, such as resistance heating vacuum evaporation, sputtering, plasma CVD, and ion plating, are used for the formation. Formation of the up part groove 107 uses a mask for the part which forms the approach by (1) laser light, and (2) slots. the approach of vapor-depositing the 2nd transparence conductive layer 106, and (3) -- photolithography processing being performed to the 2nd transparence conductive layer 106 deposited uniformly, and in the approach of forming a slot, and (4) electrolytic solutions By energizing between the

electrode of the shape of a knife allotted near the 2nd transperence conductive layer, and a wire, and this transperence conductive layer, the method of dissolving this transperence conductive layer or deteriorating the compound of high resistance etc. is possible.

[0036] (Series connection) Drawing 1 (d) expresses the condition of having formed the connection 108 for connecting electrically the 2nd transperence conductive layer 106 which adjoins the 1st transperence conductive layer 103, and having formed the current collection electrode 109. Low resistance can be formed by crystallizing the photo-electric-conversion layer 105, or making it alloy with the 1st transperence conductive layer by the exposure of laser light as the formation approach of a connection 108. This connection may be a straight line-like like drawing 3 a, and may be a spot-like like drawing 3 b. Or a slot is formed by the exposure of laser light and there is also a method of filling this slot with the conductive matter.

[0037] (Current collection electrode) Drawing 3 expresses the top view of drawing 1 (d). The current collection electrode 301 of Kushigata is formed on the 2nd transperence conductive layer 304. The current collection electrode 301 is connected with the bus bar 302. On the connection 305, a bus bar 302 accompanies the up part groove 303, and is formed. As the formation approach of the current collection electrode 109, the approach of screen-stenciling conductive pastes, such as a silver paste and carbon paste, and the mask which the hole in Kushigata opened are carried, and the approach of vapor-depositing silver, chromium, etc., the approach of carrying out heating sticking by pressure of the metal wire covered with a conductive paste, etc. are mentioned.

[0038]

[Example]

(Example 1) After setting the polyimide substrate with a magnitude of 10x30cm in DC magnetron sputtering equipment and heating it at 150 degrees C, using aluminum target, 50sccm installation of the Ar was carried out, DC power of 400V was impressed, Ar plasma was occurred, aluminum film with a thickness of 3000Å was deposited, and it considered as the metal layer 102.

[0039] After heating the substrate which aluminum film deposited at 500 degrees C, a part for 1x10<sup>-3</sup>mol/and difloro chloromethane were sprayed for the steam of acetylacetone complex salt, a part for 2.5l./was sprayed for 0.05l.part [ for /] and N<sub>2</sub> gas, 600A of zinc oxides containing a fluorine was deposited, and it considered as the 1st transperence conductive layer.

[0040] The sample which deposited the 1st transperence conductive layer 103 was set to the stage of a laser beam machine. Oscillating an YAG laser, it moved on the stage, the laser beam was scanned, the lower part groove 104 with a width of face of 100 micrometers was cut, and the lower electrode which consists of ZnO and Ag was divided into ten by width of face of 3cm. The output was [ 4kHz and the scan speed of 8W and an oscillation frequency ] 5cm/second at the time of continuously transmitting of the laser at this time.

[0041] Then, the sample was set in the glow discharge equipment of an parallel monotonous capacity-coupling mold, membranes were formed with RF-CVD method in order of n layers, i layers, and p layers on condition that Table 1, and it considered as the photo-electric-conversion layer 105. When the electron diffraction experiment was conducted, it turned out that p layers are microcrystalized.

[0042]

[Table 1]

表 1

層の 名称	成膜に用いた ガス	ガス流量 sccm	内圧 Torr	RF 電力 W	堆積温度 ℃	膜厚 nm	形成した薄膜
n層	SiH <sub>4</sub> PH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2 20 100	1	5	200	20	リンがドーブ された a-Si:H
i層	SiH <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	50 500	1	50	20	400	a-Si:H
P層	SiH <sub>4</sub> B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	10 50 100	1	5	150	10	ボロンがドー ブされたμc -Si:H

[0043] The ITO target was used on the photo-electric-conversion layer 105, and by making Ar into sputtering gas, 500A of ITO(s) was deposited in the spatter, and it considered as the 2nd transperence conductive layer 106. [0044] Having set the sample to the laser beam machine of drawing 2 again, and oscillating an YAG laser, it moved on the stage 209, the laser beam was scanned, the up part groove 107 with a width of face of 100 micrometers was formed, and the 2nd transperence conductive layer 106 was divided into ten by width of face of 3cm. Moreover, about 300 micrometers of up part grooves 107 were shifted with the lower part groove 104, and they were formed.

[0045] Furthermore, between the lower part groove 104 and the up part grooves 107 was irradiated with YAG laser light, the 1st transperence conductive layer 103, the photo-electric-conversion layer 105, and the 2nd transperence conductive layer 106 were crystallized, and the connection 108 was formed.

[0046] Finally, Ag paste was printed in the configuration of Kushigata, as shown in drawing 3, and it was used as the current collection electrode 109.

[0047] The photovoltaic-cell array (sample 1) which carried out series connection to ten steps as mentioned above was created.

[0048] When series resistance of this sample 1 was measured, it is 2 an area of 1cm. Resistance almost equivalent to the simple substance component which carried out series connection was shown. When measurement same about the comparison sample 1 formed without using difloro chloromethane, when forming the 1st transperence conductive layer 103 for a comparison was carried out, it was a value with series resistance higher than a sample 1.

[0049] Moreover, when VI property was measured under AM1 and 5 (100 mW/cm<sup>2</sup>) light exposure and initial photoelectric conversion efficiency was measured, the sample 1 excelled the comparison sample 1 in the property.

[0050] Moreover, although layer exfoliation was not seen by the sample 1 as a result of the cross-section observation by SEM, layer exfoliation was slightly seen by the comparison sample 1.

[0051] Moreover, as a result of measuring the conversion efficiency after a photodegradation trial, the sample 1 excelled the comparison sample 1 in the property.

[0052] Therefore, it turned out that the photovoltaic-cell array of this invention is excellent.

[0053] (Example 2) aluminum film was formed on the polyimide substrate on the same conditions as an example 1, and it considered as the metal layer 102.

[0054] Then, the ZnO layer containing a fluorine was formed by RF sputter as follows. 50sccm installation of the Ar gas was carried out by having made the target into ZnO:F (1%), the substrate temperature of 350 degrees C and a pressure were set to 5mTorr(s), RF power 300W were impressed to the target electrode from the sputter power source, and Ar plasma was occurred. 500A of ZnO film containing a fluorine was deposited, and it considered as the 1st transparence conductive layer 103.

[0055] SiH4 after forming the lower part groove 104 on the same conditions as an example 1 SiF4 It changed and also the photo-electric-conversion layer 105 was formed on the same conditions as an example 1.

[0056] formation of the 2nd transparence conductive layer 106 -- ITO:F -- a target -- using -- Ar -- sputtering gas -- carrying out -- SUPPATA -- 500A was deposited in law. Furthermore, on the same conditions as an example 1, the up part groove 107, the connection 108, and the current collection electrode 109 were formed, and it considered as the sample 2. When forming the 1st transparence conductive layer 103 for a comparison, the comparison sample 2 was created using the ZnO target which does not contain a fluorine.

[0057] The sample 2 excelled the comparison sample 2 in the property like the example 1 as a result of the series resistance measurement of this sample 2 and the comparison sample 2, initial photoelectric-conversion-efficiency measurement, cross-section observation, and the conversion efficiency measurement after a photodegradation trial.

[0058] Therefore, it turned out that the photovoltaic-cell array of this invention is excellent.

[0059] (Example 3) aluminum film was formed on the polyimide substrate on the same conditions as an example 1, and it considered as the metal layer 102.

[0060] Then, the ZnO layer containing a fluorine was formed by RF sputter as follows. They are 50sccm(s) and CF4 about Ar gas, using a target as ZnO. 5sccm installation of the gas was carried out, the substrate temperature of 350 degrees C and a pressure were set to 5mTorr(s), RF power 300W were impressed to the target electrode from the sputter power source, and Ar plasma was occurred. 500A of ZnO film containing a fluorine was deposited, and it considered as the 1st transparence conductive layer 103.

[0061] After forming the photo-electric-conversion layer 105 on the same conditions as an example 1, the wrap mask was carried for the part which forms the up part groove 107, 650A of ITO film was deposited in the sputter, and the 2nd transparence conductive layer 106 and up part groove 107 were formed by removing a mask.

[0062] After forming a connection 108 on the same conditions as an example 1, the mask of Kushigata was carried, and with the electron beam vacuum deposition method, chromium (40nm) / silver (1000nm) / chromium (40nm) was deposited, and it considered as the current collection electrode 109.

[0063] It is CF4 in case the 1st transparence conductive layer 103 is formed for a comparison. The comparison sample 3 was created using the ZnO target, without introducing gas.

[0064] The sample 3 excelled the comparison sample 3 in the property like the example 1 as a result of the series resistance measurement of this sample 3 and the comparison sample 3, initial photoelectric-conversion-efficiency measurement, cross-section observation, and the conversion efficiency measurement after a photodegradation trial.

[0065] Therefore, it turned out that the photovoltaic-cell array of this invention is excellent.

[0066]

[Effect of the Invention] The photovoltaic-cell array created by the manufacture approach of the photovoltaic-cell array of this invention controlled increase of series resistance of a photovoltaic-cell array in order to reduce the specific resistance of the series connection section formed of laser light. Moreover, damage on the substrate by laser light was controlled, layer exfoliation was prevented and reduction of the light transmittance of a transparence conductive layer was controlled. Consequently, in order to improve the ohmic nature in the interface of ZnO and a photo-electric-conversion layer, initial conversion efficiency improved and endurance and weatherability improved.

---

[Translation done.]

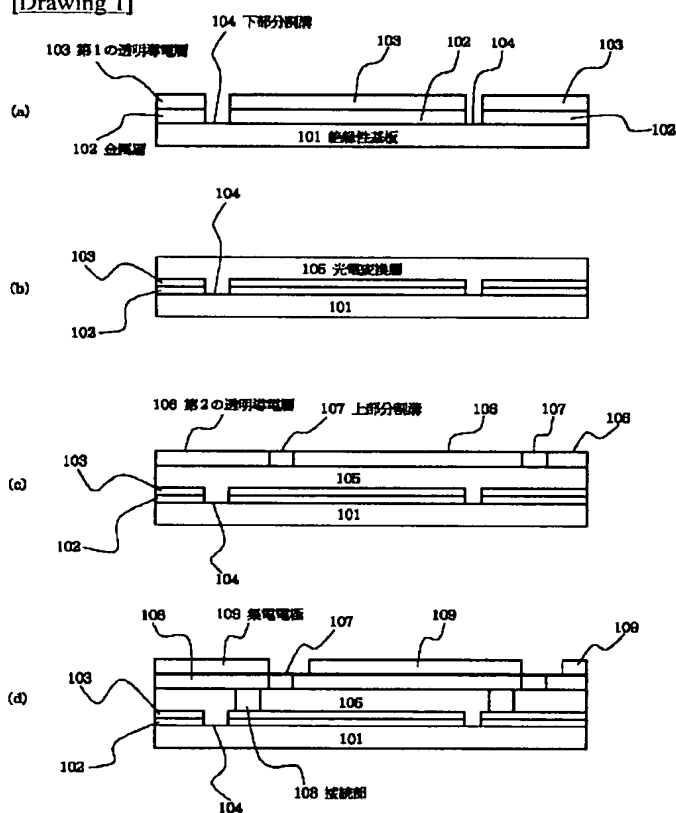
\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

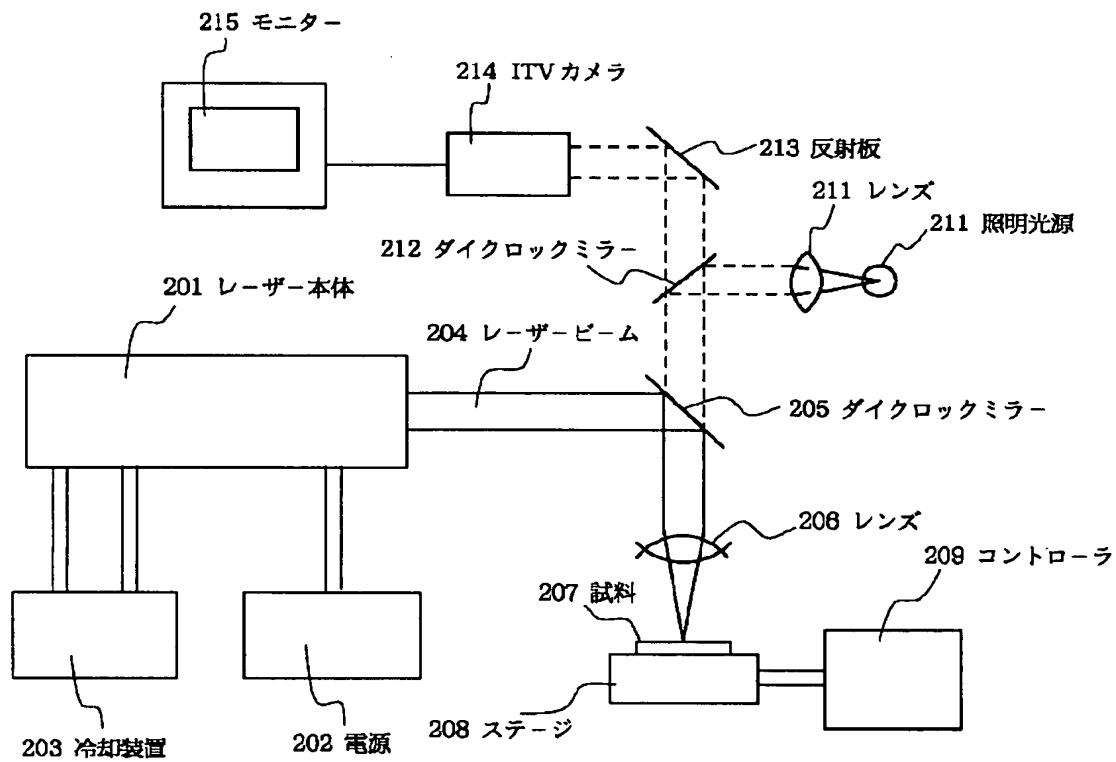
## DRAWINGS

[Drawing\_1]

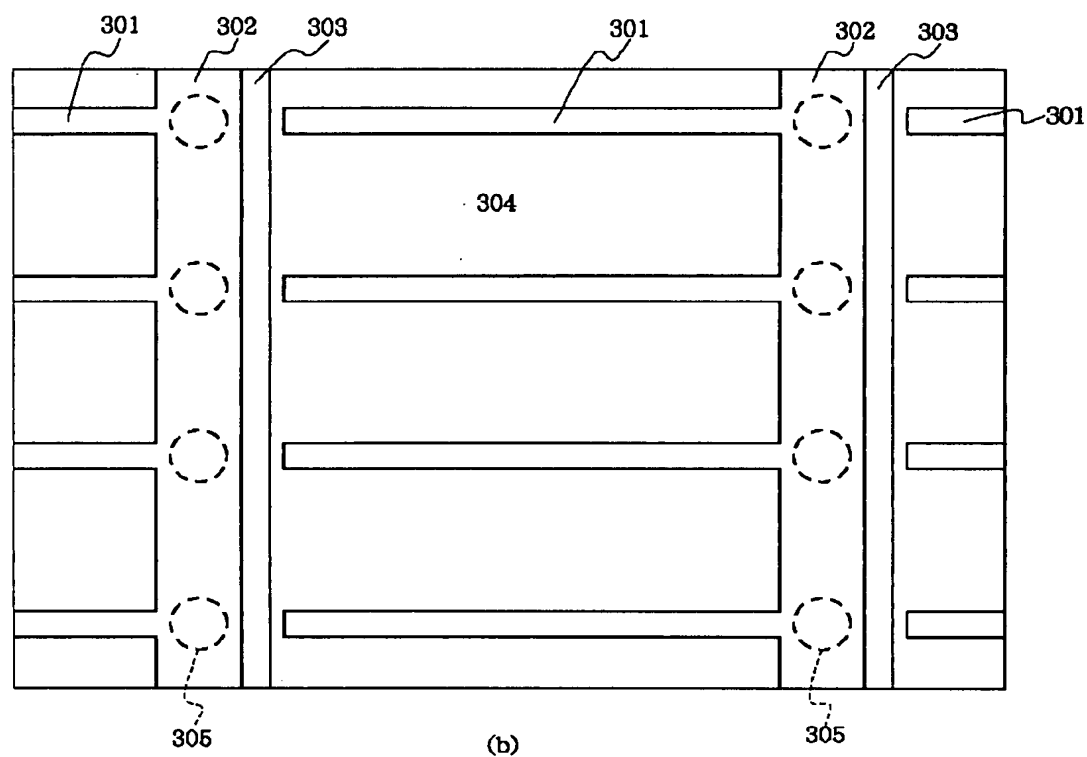
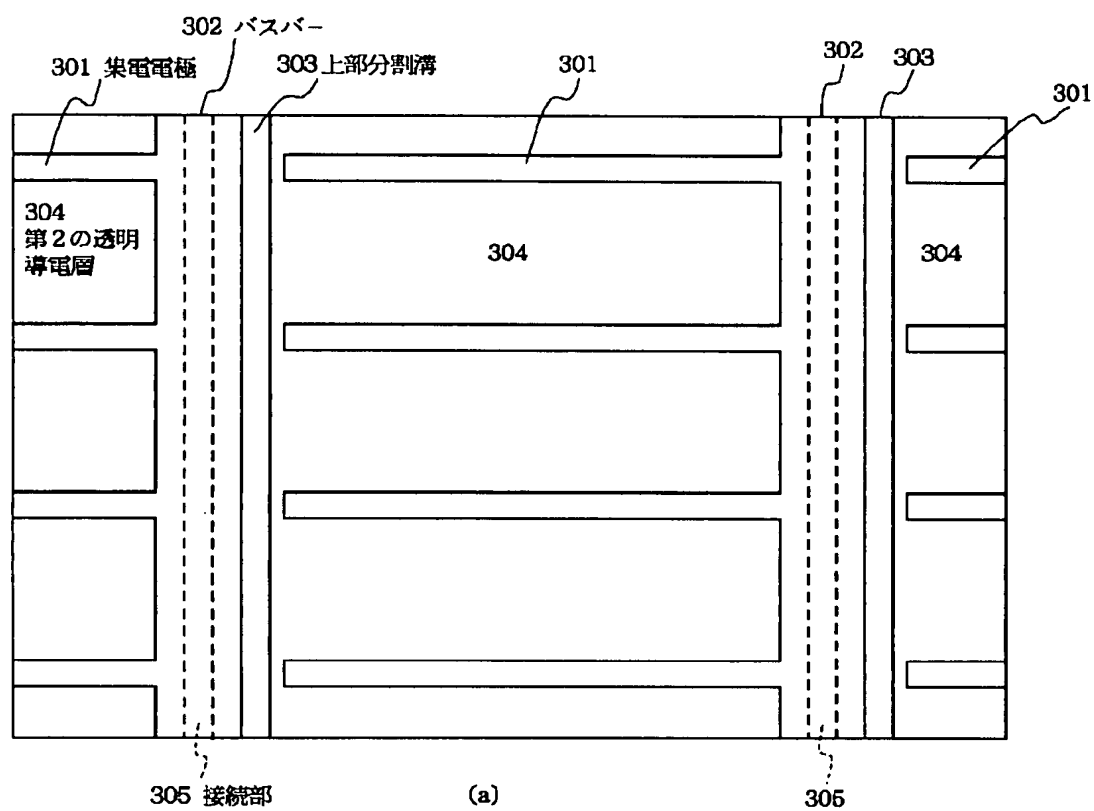


[Drawing 2]





[Drawing 3]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-260695

(43)公開日 平成9年(1997)10月3日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 31/04

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 1 L 31/04

技術表示箇所

S

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-62818

(22)出願日 平成8年(1996)3月19日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 水谷 匡希

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 中川 克己

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

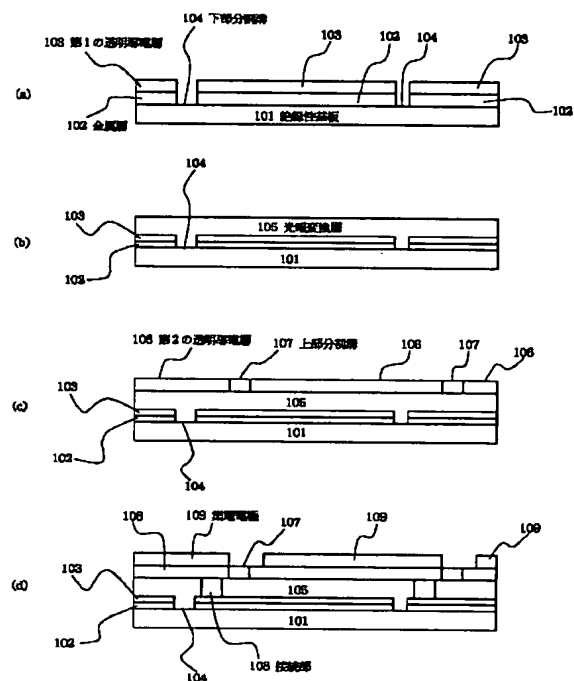
(74)代理人 弁理士 丸島 徹一

(54)【発明の名称】 光起電力素子アレーの製造方法

(57)【要約】

【課題】 レーザー照射によって直列接続する光起電力素子アレーのシリーズ抵抗の増大を抑制し、変換効率が高く、耐久性を向上した光起電力素子アレーの製造方法を提供する。

【解決手段】 金属層を形成する第1工程と、少なくともフッ素を含む第1の透明導電層を形成する工程2と、前記金属層及び前記透明導電層を電氣的に分離したn個の領域、A<sub>1</sub> から A<sub>n</sub> に形成する第3工程と、光電変換層を形成する第4工程と、第2の透明導電層を形成し、前記第2の透明導電層を前記A<sub>1</sub> から A<sub>n</sub> に対応して電氣的に分離した領域B<sub>1</sub> から B<sub>n</sub> に形成する第5工程と、前記第1の透明導電層の領域A<sub>i</sub> と前記第2の透明導電層の領域B<sub>i</sub> (1 ≤ i ≤ n-1) をレーザー照射によって電氣的に接続する第6工程と、を含むことを特徴とする光起電力素子アレーの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属層を形成する第 1 工程と、少なくともフッ素を含む第 1 の透明導電層を形成する工程 2 と、前記金属層及び前記透明導電層を電気的に分離した  $n$  個の領域、 $A_i$  から  $A_n$  に形成する第 3 工程と、光電変換層を形成する第 4 工程と、第 2 の透明導電層を形成し、前記第 2 の透明導電層を前記  $A_i$  から  $A_n$  に対応して電気的に分離した領域  $B_i$  から  $B_n$  に形成する第 5 工程と、前記第 1 の透明導電層の領域  $A_i$  と前記第 2 の透明導電層の領域  $B_{i+1}$  ( $1 \leq i \leq n-1$ ) をレーザー照射によって電気的に接続する第 6 工程と、を含むことを特徴とする光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 2】 前記第 1 工程及び／または第 5 工程において、レーザー照射を用いることを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 3】 絶縁性基板上に前記工程 1 を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 4】 前記絶縁性基板が主として樹脂からなることを特徴とする請求項 3 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 5】 導電性基板上に絶縁層を形成し、前記工程 1 を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 6】 前記金属層が金、銀、銅、アルミニウムまたはマグネシウムから選ばれる少なくとも一種を有することを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 7】 前記第 1 の透明導電層が酸化亜鉛を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 8】 前記光電変換層がフッ素を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

【請求項 9】 前記第 2 の透明導電層がフッ素を含むことを特徴とする請求項 1 記載の光起電力素子アレーの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光起電力素子アレーの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、太陽電池の出力電圧を高めるために、同一の基板上に直列接続された素子のアレーを作り込む集積化太陽電池が知られている。その方法として、レーザーを用いて透明導電層や光電変換層を分割する技術、すなわちレーザースクライブの技術が米国特許第 4292092 号に開示されている。また、レーザーを用いて上部電極と下部電極を接続することが米国特許第 4697041 号に開示されている。

【0003】 また、金属層と半導体層の間に透明導電層を設けることが、例えば米国特許 4532372 号に開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 直列接続した光起電力素子アレーにおいては、受光面積を減らさないために、上部電極と下部電極のレーザー接続による電気接続部の幅はできるだけ小さいことが望まれている。しかしながら、この要請は該電気接続部の比抵抗が増大し、直列接続した光起電力素子アレーのシリーズ抵抗の増大を招くという問題点があった。

【0005】 金属基板上に SiC の絶縁層、アルミニウムの金属層、酸化亜鉛の透明導電層を積層した構造の場合、酸化亜鉛はレーザー光に対して透過率が大きいため、下部電極すなわち、アルミニウム及び酸化亜鉛を分割する溝の形成にはかなりのビーム強度が必要となり、絶縁層が損傷を受け金属基板との短絡が発生しやすかった。また、ポリイミド等の絶縁性樹脂フィルム基板上に金属層、透明導電層を積層した構造の場合にも、レーザービームのエネルギーによって樹脂フィルム基板を損傷してしまうという問題点があった。

【0006】 また、金属層としてアルミニウムを用い、透明導電層として酸化亜鉛を用いた場合、レーザー照射による熱が酸化亜鉛層を伝導し、酸化亜鉛中の酸素がアルミニウムに取り込まれ、亜鉛が取り残される結果、透明導電層の光透過性が悪化するという問題点があった。また、上部電極すなわち光入射側の透明導電層をレーザー光によって電気的に分割する溝を形成する際、第 2 の透明導電層の下に形成されている光電変換層が熱による損傷を受けるという問題点があった。

【0007】 更に、レーザーを用いて上部電極と下部電極を接続する際に、半導体層と上部及び／または下部の透明導電層がレーザーのエネルギーによって、剥離を生じることがあった。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは上記問題点を解決するために光起電力素子アレーの製造方法を鋭意検討した結果、以下の製造方法によって達成できた。

【0009】 本発明は、金属層を形成する第 1 工程と、少なくともフッ素を含む第 1 の透明導電層を形成する工程 2 と、前記金属層及び前記透明導電層を電気的に分離した  $n$  個の領域、 $A_i$  から  $A_n$  に形成する第 3 工程と、光電変換層を形成する第 4 工程と、第 2 の透明導電層を形成し、前記第 2 の透明導電層を前記  $A_i$  から  $A_n$  に対応して電気的に分離した領域  $B_i$  から  $B_n$  に形成する第 5 工程と、前記第 1 の透明導電層の領域  $A_i$  と前記第 2 の透明導電層の領域  $B_{i+1}$  ( $1 \leq i \leq n-1$ ) をレーザー照射によって電気的に接続する第 6 工程と、を含むことを特徴とする光起電力素子アレーの製造方法である。

【0010】 更に本発明は以下の特徴を有する光起電力

素子アレーの製造方法である。

【0011】前記第1工程及び／または第5工程において、レーザー照射を用いる。

【0012】絶縁性基板上に前記工程1を行う。

【0013】絶縁性基板としてポリイミドを用いる。

【0014】導電性基板上に絶縁層を形成し、前記工程1を行う。

【0015】前記金属層が金、銀、銅、アルミニウムまたはマグネシウムから選ばれる少なくとも一種を有する。

【0016】前記第1の透明導電層が酸化亜鉛を含む。

【0017】前記光電変換層がフッ素を含む。

【0018】前記第2の透明導電層がフッ素を含む。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明による光起電力素子アレーの製造方法を図1に従って説明する。

【0020】図1(a)は、基板101の表面に金属層102及び第1の透明導電層103が堆積され、更に溝104が形成された状態を表している。これらの溝によって、下部電極すなわち金属層102及び透明導電層103は電気的に分割される。

【0021】(基板) 基板101としては、絶縁性基板または導電性基板上に絶縁層を形成したものが用いられる。絶縁性基板としてはポリイミド、PET(ポリエチレンテレフタレート)等の樹脂フィルムが好適に用いられる。また、導電性基板としては、ステンレス、アルミニウム、銅、亜鉛鋼板等が好適に用いられる。これらの金属板は一定の形状に切断して用いてもよいし、長尺のシート状の形態で用いてもよい。この場合にはコイル状に巻くことができるので、連続生産に適しており、保管や輸送も容易になる。基板の表面は鏡面でもよいが、適当な凹凸があってもよい。

【0022】導電性基板上に形成される絶縁層としては、光が照射される条件下でも、少なくとも $10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^{12} \Omega \text{cm}$ 以上の比抵抗を持つ必要がある。また電極や半導体の堆積で加わる温度(通常 $200^\circ\text{C}$ 以上)や、更にレーザービーム加工において加わる温度(瞬間的には $1000^\circ\text{C}$ 程度になると予想される)に耐える必要がある。これらの条件を満たす材料としては、ダイヤモンド膜、シリコン膜、炭化シリコン膜(Cの組成比0.2以下)、酸化アルミニウム膜、窒化シリコン膜、フッ化カルシウム、酸化シリコン等がある。これらの膜はスパッタリング、プラズマCVD、イオンプレーティング等の方法で導電性基板状に堆積できる。

【0023】(透明導電層) 第1の透明導電層103としては、酸化亜鉛、酸化スズ、酸化カドミウム、カドミウムスタネイト等の金属酸化物が好適に用いられる。更に本発明の特徴であるフッ素が添加される。フッ素添加の効果は以下のとおりである。

【0024】すなわち、第1の透明導電層と第2の透明導電層をレーザー光によって電気的に接続させた場合、フッ素の働きによって該接続部の比抵抗を下げ、光起電力素子アレーのシリーズ抵抗の増大を効果的に防ぐことができる。

【0025】下部電極すなわち金属層102及び第1の透明導電層103の分割の際に、レーザー光を用いた場合、フッ素が添加された透明導電層は近赤外領域のレーザー光、例えばYAGレーザーの基本波を効果的に吸収するため、分割が容易になると同時に、基板の損傷を防ぐ。特に導電性基板を用いた場合、レーザー光の照射により絶縁層までが破壊されて短絡が生じるのを防ぐことができる。また、樹脂フィルム等の絶縁性基板を用いた場合も、樹脂が熱で変成するのを防ぐことができる。更に、上部電極と下部電極の電気的接続のためのレーザー照射の際に、第1の透明導電層103と光電変換層105が剥離してしまうことがあったが、フッ素添加によりこの現象を防ぐことができる。

【0026】更に、フッ素が添加された透明導電層はn型を示すため、第1の透明導電層103と接する光電変換層105がn型半導体の場合、両層の接続が良好となり、オーミック性を改善することができる。

【0027】更に、第1の透明導電層103と光電変換層105との界面で発生する内部応力を低減するため、光起電力素子の光劣化、振動劣化を抑制することができる。

【0028】更に、透明導電層105の酸素が金属層104の成分と結合して透明導電層105の光透過率が低下することを抑制することができる。金属層としてAlを用いた場合、Alは酸素と結合しやすいので、この効果が顕著である。また、金属層102の成分が光電変換層105に拡散するのを防ぎ、素子の劣化を抑制することができる。特に金属層102としてマイグレーションを起こしやすい銀を用いた場合、この効果が顕著である。

【0029】好ましいフッ素の含有量は0.05から30原子%で、より好ましくは0.2から5原子%である。また、第1の透明導電層103の表面は凹凸を有していてもよい。

【0030】第1の透明導電層103の形成にはZn含有ガスとフッ素含有ガスを用いたスプレー法、フッ素を含むZnOのターゲット(ZnO:F)を用いてスパッタリングする方法、Znターゲットをフッ素雰囲気中でスパッタリングする方法、Zn含有ガスとフッ素含有ガスを用いたプラズマCVD法等が用いられる。

【0031】(下部電極の分割手段) 下部電極の下部分割溝104の形成手段としては、特にレーザー光による方法(レーザースクライブ)が好適に用いられる。

【0032】レーザースクライブには、YAGレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー、エキシマレーザー等が使用できる

10

20

30

40

50

が、特にYAGレーザーが好適に用いられる。基本波長 $1.06\mu\text{m}$ の他に、非線形光学素子を併用して得られる第2高調波の $0.53\mu\text{m}$ の光も利用することができる。YAGレーザーは連続発信動作もできるが、高いピークパワーを得るためにQスイッチパルス発信動作で使用する事が多い。Qスイッチパルス発信の周波数は通常 $\text{kHz}$ から数十 $\text{kHz}$ 程度であり、ひとつのパルスの継続時間は $100\text{ns}$ 程度である。

【0033】レーザー加工用光学系の概要を図2に示す。201はレーザー本体である。この中に必要に応じてQスイッチ、非線形光学素子が組み込まれている。202は電源で、レーザーの励起光源を点灯する。203は冷却装置で、冷却水を循環している。204は出力されたレーザービームで、ダイクロイックミラー205によって90度曲げられてレンズ206によって集光されて、試料207に照射される。試料207はステージ208の上に取りつけられ、ステージ208はコントローラ609により、決められた速度で水平方向に移動し、試料表面をビームが走査する。大型の試料の場合は、ポリゴンミラーを利用して、ビームの方を移動してもよい。照明光源210からの光がレンズ211でコリメートされ、ダイクロイックミラー212で90度曲げられ、試料207を照明する。加工の状況はIVTカメラ214によって撮影され、モニター215でその場で観察ができる。

【0034】(光電変換層)図1(b)は光電変換層105を形成した状態を表している。光電変換層105としては、pn接合、pin接合、ショットキー接合等を含む構造体からなる。特にpin接合の非単結晶半導体が好適に用いられる。半導体としてはSi、SiGe、SiC等が用いられ、価電子制御剤としてB、P等が用いられる。その形成にはプラズマCVD法、バイアスパッタ法等が用いられる。光電変換層105の層厚は $1000$ から $5000\text{\AA}$ 程度である。また光電変換層105はフッ素を含有することにより、レーザー照射による直列接続の際に、シリーズ抵抗の軽減に寄与する。すなわち、レーザー光によって、第1の透明導電層、光電変換層及び第2の透明導電層を溶融、結晶化して、低抵抗化するのを容易にする。また、同じくフッ素を含む第1の透明導電層及び/または第2の透明導電層との整合性を改善する。同時にフッ素はアモルファス半導体中のダングリングボンドのターミネータとして有効に働く。また、複数の光電変換層を積層した構造としてもよい。

【0035】(第2の透明導電層)図1(c)は、光電変換層105の上に第2の透明導電層106を形成し、更に第2の透明導電層106を上部分割溝107によって電氣的に分割した状態を表している。第2の透明導電層106としては、酸化インジウムスズ、酸化亜鉛等が好適に用いられる。第1の透明導電層、光電変換層と同様の理由でフッ素を添加してもよい。その形成には抵抗

加熱蒸着、スパッタリング、プラズマCVD、イオンプレーティング等の方法が用いられる。上部分割溝107の形成は、(1)レーザー光による方法、(2)溝を形成する部分にマスクを用いて、第2の透明導電層106を蒸着する方法、(3)一様に堆積された第2の透明導電層106にフォトリソグラフィ処理を行い、溝を形成する方法、(4)電解液中で、第2の透明導電層の近傍に配したナイフ状あるいはワイヤ状の電極と該透明導電層との間に通電することにより、該透明導電層を溶解させるかまたは、高抵抗の化合物に変質させる方法、等が可能である。

【0036】(直列接続)図1(d)は、第1の透明導電層103と隣接する第2の透明導電層106とを、電氣的に接続するための接続部108を形成し、集電電極109を形成した状態を表している。接続部108の形成方法としては、レーザー光の照射により、光電変換層105を結晶化するかまたは第1の透明導電層と合金化させることによって、低抵抗化することができる。該接続部は図3aのように直線状であってもよいし、図3bのようにスポット状であってもよい。または、レーザー光の照射により溝を形成し、該溝を導電性物質で埋める方法もある。

【0037】(集電電極)図3は、図1(d)の平面図を表している。第2の透明導電層304の上に櫛形の集電電極301が形成されている。集電電極301はバスバー302と接続している。バスバー302は接続部305の上に、上部分割溝303に添って形成されている。集電電極109の形成方法としては、銀ペースト、カーボンペースト等の導電性ペーストをスクリーン印刷する方法、櫛形の穴が開いたマスクを載せ、銀、クロム等を蒸着する方法、導電性ペーストで覆った金属線を加熱圧着する方法等が挙げられる。

【0038】

【実施例】

(実施例1) 大きさ $10\times 30\text{cm}$ のポリイミド基板をDCマグネトロンスパッタ装置にセットし、 $150^{\circ}\text{C}$ に加熱した後、Alターゲットを用いて、Arを $50\text{sccm}$ 導入し、 $400\text{V}$ のDC電力を印加しArプラズマを生起し、厚さ $3000\text{\AA}$ のAl膜を堆積し、金属層102とした。

【0039】Al膜の堆積された基板を $500^{\circ}\text{C}$ に加熱した後、アセチルアセトン錯塩の蒸気を $1\times 10^{-3}\text{mol}/\text{分}$ 、ジフロクロロメタンを $0.05\text{l}/\text{分}$ 、及び $\text{N}_2$ ガスを $2.5\text{l}/\text{分}$ を吹きつけ、フッ素を含む酸化亜鉛を $600\text{\AA}$ 堆積し、第1の透明導電層とした。

【0040】第1の透明導電層103を堆積した試料を、レーザー加工機のステージにセットした。YAGレーザーを発振させつつ、ステージを移動してレーザービームを走査し、幅 $100\mu\text{m}$ の下部分割溝104を切り、ZnO及びAgからなる下部電極を幅 $3\text{cm}$ で10

分割した。このときのレーザーの連続発信時出力は8 W、発振周波数は4 kHz、走査速度は5 cm/秒であった。

【0041】続いて平行平板容量結合型のグロー放電装置に試料をセットし、表1の条件でn層、i層、p層の\*

表 1

層の 名称	成膜に用いた ガス	ガス流量 sccm	内圧 Torr	RF 電力 W	堆積温度 ℃	膜厚 nm	形成した薄膜
n層	SiH <sub>4</sub> PH <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2 20 100	1	5	200	20	リンがドーブ された a-Si:H
i層	SiH <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	50 500	1	50	20	400	a-Si:H
p層	SiH <sub>4</sub> B <sub>2</sub> H <sub>6</sub> /H <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	10 50 100	1	5	150	10	ボロンがドー ブされたμc -Si:H

【0043】光電変換層105の上にITOターゲットを使用し、ArをスパッタガスとしてITOをスパッタ法で500 Å堆積し、第2の透明導電層106とした。

【0044】再び図2のレーザー加工機に試料をセットし、YAGレーザーを発振しつつ、ステージ209を移動してレーザービームを走査し、幅100 μmの上部分割溝107を形成し、第2の透明導電層106を幅3 cmで10分割した。また、上部分割溝107は下部分割溝104と約300 μmずらして形成した。

【0045】更に下部分割溝104と上部分割溝107の間をYAGレーザー光で照射し、第1の透明導電層103、光電変換層105、及び第2の透明導電層106を結晶化して、接続部108を形成した。

【0046】最後にAgペーストを図3に示すように櫛形の形状に印刷して、集電電極109とした。

【0047】以上のようにして10段に直列接続した光起電力素子アレー（試料1）を作成した。

【0048】この試料1のシリーズ抵抗を測定したところ、面積1 cm<sup>2</sup>の直列接続した単体素子とほぼ同等の抵抗値を示した。比較のために第1の透明導電層103を形成する際にジフロクロロメタンを用いないで形成した比較試料1について同様の測定をしたところ、試料1よりもシリーズ抵抗が高い値であった。

【0049】また、AM1・5（100 mW/cm<sup>2</sup>）光照射下でVI特性を測定し、初期光電変換効率を測定したところ、試料1は比較試料1よりも特性が優れていた。

【0050】また、SEMによる断面観察の結果、試料1では層剥離は見られなかったが、比較試料1ではわずかに層剥離が見られた。

【0051】また、光劣化試験後の変換効率を測定した

\* 順にRF-CVD法で成膜し、光電変換層105とした。電子線回折実験を行ったところ、p層は微結晶化していることがわかった。

【0042】

【表1】

結果、試料1は比較試料1よりも特性が優れていた。

【0052】したがって、本発明の光起電力素子アレーは、優れたものであることがわかった。

【0053】（実施例2）実施例1と同じ条件でポリイミド基板上にAl膜を形成し、金属層102とした。

【0054】続いてフッ素を含むZnO層を以下のようにRFスパッタ法で形成した。ターゲットをZnO:F（1%）として、Arガスを50 sccm導入し、基板温度350℃、圧力を5 mTorrとし、スパッタ電源からRF電力300 Wをターゲット電極に印加し、Arプラズマを生起した。フッ素を含むZnO膜を500 Å堆積し、第1の透明導電層103とした。

【0055】実施例1と同じ条件で下部分割溝104を形成した後、SiH<sub>4</sub>をSiF<sub>4</sub>に変えたほかは実施例1と同じ条件で光電変換層105を形成した。

【0056】第2の透明導電層106の形成には、ITO:Fをターゲットに用いて、Arをスパッタガスとして、スパッタ法で500 Å堆積した。更に実施例1と同じ条件で、上部分割溝107、接続部108、集電電極109を形成し、試料2とした。比較のために第1の透明導電層103を形成する際にフッ素を含有しないZnOターゲットを用いて比較試料2を作成した。

【0057】実施例1と同様に、この試料2及び比較試料2のシリーズ抵抗測定、初期光電変換効率測定、断面観察、光劣化試験後変換効率測定の結果、試料2は比較試料2よりも特性が優れていた。

【0058】したがって、本発明の光起電力素子アレーは、優れたものであることがわかった。

【0059】（実施例3）実施例1と同じ条件でポリイミド基板上にAl膜を形成し、金属層102とした。

【0060】続いてフッ素を含むZnO層を以下のように

にRFスパッタ法で形成した。ターゲットをZnOとして、Arガスを50sccm、CF<sub>4</sub>ガスを5sccm導入し、基板温度350℃、圧力を5mTorrとし、スパッタ電源からRF電力300Wをターゲット電極に印加し、Arプラズマを生起した。フッ素を含むZnO膜を500Å堆積し、第1の透明導電層103とした。

【0061】実施例1と同じ条件で光電変換層105を形成した後、上部分割溝107を形成する部分を覆うマスクを載せ、スパッタ法でITO膜を650Å堆積し、マスクを取り除くことにより、第2の透明導電層106及び上部分割溝107を形成した。

【0062】実施例1と同じ条件で接続部108を形成した後、楕形のマスクを載せ、電子ビーム真空蒸着法で、クロム(40nm)/銀(1000nm)/クロム(40nm)を堆積し、集電電極109とした。

【0063】比較のために第1の透明導電層103を形成する際にCF<sub>4</sub>ガスを導入せずにZnOターゲットを用いて比較試料3を作成した。

【0064】実施例1と同様に、この試料3及び比較試料3のシリーズ抵抗測定、初期光電変換効率測定、断面観察、光劣化試験後変換効率測定の結果、試料3は比較試料3よりも特性が優れていた。

【0065】したがって、本発明の光起電力素子アレーは、優れたものであることがわかった。

【0066】

【発明の効果】本発明の光起電力素子アレーの製造方法によって作成された光起電力素子アレーは、レーザー光によって形成された直列接続部の比抵抗を低減するため、光起電力素子アレーのシリーズ抵抗の増大を抑制した。また、レーザー光による基板の損傷を抑制し、層剥離を防止し、透明導電層の光透過率の低減を抑制した。その結果、ZnOと光電変換層の界面でのオーミック性を改善するため、初期変換効率が向上し、耐久性、

耐候性が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光起電力素子アレーの製造方法を示す図。

【図2】YAGレーザー加工機の概要を示す図。

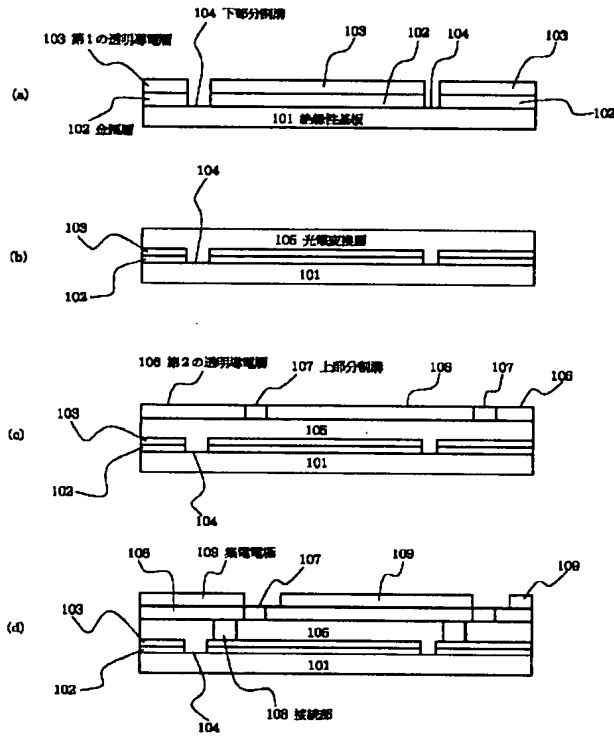
【図3】本発明の方法によって製造される光起電力素子アレーの一例の平面図。

【符号の説明】

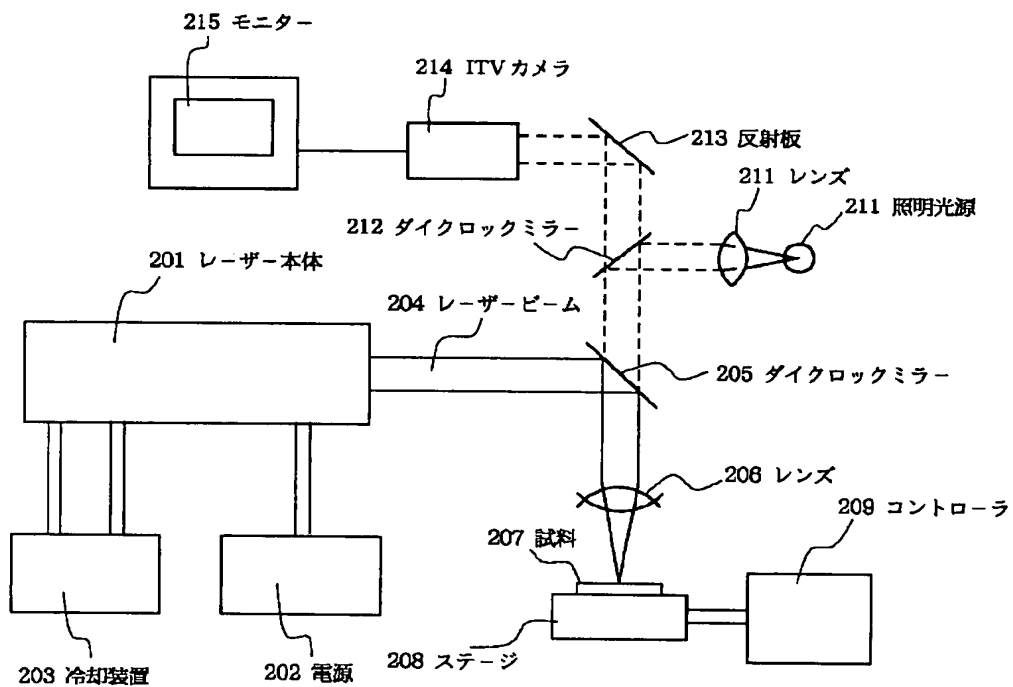
- 101 絶縁性基板
- 102 金属層
- 103 第1の透明導電層
- 104 下部分割溝
- 105 光電変換層
- 106、304 第2の透明導電層
- 107、303 上部分割溝
- 108、305 接続部
- 109、301 集電電極
- 201 レーザー本体
- 202 電源
- 203 冷却装置
- 204 レーザービーム
- 205 ダイクロックミラー
- 206 レンズ
- 207 試料
- 208 ステージ
- 209 コントローラ
- 210 照明光源
- 211 レンズ
- 212 ダイクロックミラー
- 213 反射鏡
- 214 ITVカメラ
- 302 バスバー



【図1】



【図2】



【図3】

